

862.C2246



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:	)	
Kazunori IWAMOTO, et al.	)	Examiner: Unassigned
Application No.: 09/866,600	)	Group Art Unit: 2812
Filed: May 30, 2001	)	
For: STAGE APPARATUS WHICH SUPPORTS INTERFEROMETER, STAGE POSITION MEASUREMENT METHOD, PROJECTION EXPOSURE APPARATUS, PROJECTION EXPOSURE APPARATUS MAINTENANCE METHOD, SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD, AND SEMICONDUCTOR MANUFACTURING FACTORY	)	September 13, 2001

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

JAPAN

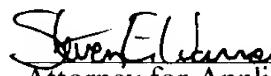
2000-164879

June 1, 2000

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010 All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Attorney for Applicants  
Steven E. Warner  
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

SEW dc

DC\_MAIN 71120 v 1

(translation of the front page of the priority document of  
Japanese Patent Application No. 2000-164879)



PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the  
following application as filed with this Office.

Date of Application: June 1, 2000

Application Number : Patent Application 2000-164879

Applicant(s) : Canon Kabushiki Kaisha

June 12, 2001

Commissioner,

Patent Office

Kouzo OIKAWA

Certification Number 2001-3054852

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

09/866,600  
Kazumi Iwai, etc.  
May 30, 2001

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 6月 1日

出願番号

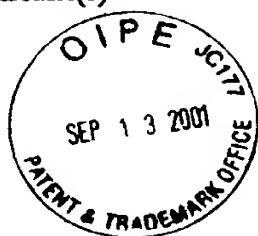
Application Number:

特願2000-164879

出願人

Applicant(s):

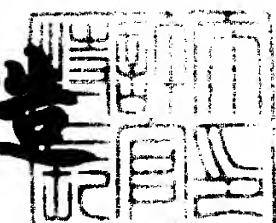
キヤノン株式会社



2001年 6月 12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3054852

【書類名】 特許願  
【整理番号】 4224030  
【提出日】 平成12年 6月 1日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/027  
【発明の名称】 干渉計搭載ステージ  
【請求項の数】 30  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
内  
【氏名】 岩本 和徳  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
内  
【氏名】 浅野 俊哉  
【特許出願人】  
【識別番号】 000001007  
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100086287  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 伊東 哲也  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100103931  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 関口 鶴彦  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 002048  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 干渉計搭載ステージ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一軸方向に移動可能なステージと、  
レーザ光を発生するレーザヘッドと、  
該ステージ上に設けられ、該レーザ光を参照光と計測光とに分岐する光学部と  
該ステージの外部に設けられ、該計測光を反射するミラーと、  
該参照光と該計測光との干渉光を検出するディテクタとを有することを特徴とするステージ装置。

【請求項2】 前記光学部において、参照光と計測光とを干渉させることを特徴とする請求項1に記載のステージ装置。

【請求項3】 前記ディテクタにおいて、参照光と計測光とを干渉させることを特徴とする請求項1に記載のステージ装置。

【請求項4】 前記レーザ光の方向と、前記光学部から前記ミラーに照射される計測光の方向とは、直交していることを特徴とする請求項1～3いずれかに記載のステージ装置。

【請求項5】 前記ステージは、X軸方向およびY軸方向に移動可能であることを特徴とする請求項1～4いずれかに記載のステージ装置。

【請求項6】 前記ステージは、X軸方向よりもY軸方向の方が移動ストローグが長いことを特徴とする請求項5に記載のステージ装置。

【請求項7】 前記レーザ光の方向はY軸方向と平行であって、前記計測光は、X軸方向と平行であることを特徴とする請求項6に記載のステージ装置。

【請求項8】 前記ステージは、Z軸方向に移動可能であることを特徴とする請求項5～7いずれかに記載のステージ装置。

【請求項9】 前記Z方向に計測光を照射する光学部を更に有することを特徴とする請求項8に記載のステージ装置。

【請求項10】 前記ステージは、Z軸周りに移動可能であることを特徴とする請求項5～9に記載のステージ装置。

【請求項11】 前記Y軸方向から照射される計測光を反射する反射部材が前記ステージに設けられていることを特徴とする請求項5～10いずれかに記載のステージ装置。

【請求項12】 前記Y軸方向から前記ステージに照射される計測光は、複数であることを特徴とする請求項11に記載のステージ装置。

【請求項13】 前記Y軸方向から前記ステージに照射される計測光を利用して、前記ステージのZ軸回りの位置を計測することを特徴とする請求項12に記載のステージ装置。

【請求項14】 前記Y軸方向から前記ステージに照射される計測光を利用して、前記ステージのX軸周りの位置を計測することを特徴とする請求項12または13に記載のステージ装置。

【請求項15】 前記ミラーに前記計測光を照射する前記光学部が、前記ステージに複数個設けられていることを特徴とする請求項5～14いずれかに記載のステージ装置。

【請求項16】 前記光学部から前記ミラーに照射される計測光を利用して、前記ステージのZ軸回りの位置を計測することを特徴とする請求項15に記載のステージ装置。

【請求項17】 前記光学部から前記ミラーに照射される計測光を利用して、前記ステージのY軸周りの位置を計測することを特徴とする請求項15または16に記載のステージ装置。

【請求項18】 前記ステージ上の少なくとも2点の前記Y軸方向の位置情報と、前記複数の光学部を用いて計測された前記ステージ上の少なくとも2点の前記X軸方向に関する位置情報とに基づいて、前記ステージの外部に設けられた前記ミラーの形状を計測することを特徴とする請求項5～17いずれかに記載のステージ装置。

【請求項19】 前記ミラーの形状の計測結果に基づいて、前記光学部を用いて計測される前記ステージ上のX軸方向に関する位置情報を補正することを特徴とする請求項18に記載のステージ装置。

【請求項20】 前記ステージの6軸の位置をレーザ光を利用して計測する

ことを特徴とする請求項1～19いずれかに記載のステージ装置。

【請求項21】 前記ステージの外部に設けられた前記ミラーは、該ミラーのベッセル点で支持されていることを特徴とする請求項1～20いずれかに記載のステージ装置。

【請求項22】 前記ステージの位置の計測結果に基づいて、前記ステージを駆動する駆動機構を制御することを特徴とする請求項1～21に記載のステージ装置。

【請求項23】 前記ステージは、レチクルを搭載するレチクルステージであることを特徴とする請求項1～22いずれかに記載のステージ装置。

【請求項24】 レーザヘッドによりレーザ光を発生する工程と、  
移動可能なステージに設けられた光学部に該レーザ光を照射する工程と、  
該光学部がレーザ光を参照光と計測光とに分岐する工程と、  
該ステージの外部に設けられたミラーに該計測光を照射する工程と、  
該ミラーに照射された計測光を反射する工程と、  
該反射された計測光と参照光とを干渉させる工程と、  
該干渉した干渉光を検出する工程と、  
該検出した干渉光に関する信号に基づいて、前記ステージの位置を計測する工程とを有することを特徴とするステージ位置計測方法。

【請求項25】 請求項1ないし23のいずれかに記載の干渉計搭載ステージをレチクルステージ及び／またはウエハステージとして有することを特徴とする投影露光装置。

【請求項26】 請求項25に記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項27】 前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有する請求項26に記載の方法。

【請求項28】 前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行う請求項27に記載の方法。

【請求項29】 請求項25に記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信することを可能にした半導体製造工場。

【請求項30】 半導体製造工場に設置された請求項25に記載の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴とする露光装置の保守方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、少なくとも1軸方向に移動可能なステージの位置をレーザ干渉計を使用して計測する干渉計搭載ステージに関する。特に、長ストローク軸と短ストローク軸を有するステージの位置をレーザ干渉計を使用して計測する干渉計搭載ステージに関する。また、本発明は、該干渉計搭載ステージをレチクルステージ及び／またはウエハステージとして有することを特徴とする投影露光装置、及び該投影露光装置を用いる半導体デバイス等の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、高精度の加工が必要とされる技術分野では、高精度の位置決めが可

能なステージ上に被加工物を搭載し、ステージを制御することで各種加工を行つて來た。以下、半導体デバイス等の製造に用いられる投影露光装置を例に従来の技術を説明する。

#### 【0003】

投影露光装置において、レチクルを搭載するレチクルステージやウエハを搭載するウエハステージは、露光時に互いに直交する平面上をX軸、Y軸方向に平行移動させるとともに、その位置を正確に計測して制御する必要がある。このため、レチクルステージやウエハステージのX、Yストロークの位置をミクロンオーダ以下で計測する手段としてレーザ干渉計が用いられている。

#### 【0004】

また、レチクルステージやウエハステージは、一般にX軸、Y軸面内（θ軸方向）で微小回転する（ヨーイング誤差）。レチクルステージやウエハステージにこのヨーイング誤差が生じると、搭載しているレチクルやウエハもθ軸方向に微小回転し、その周辺部での誤差が無視できなくなる。このため、このヨーイング誤差を補正する必要が生じ、例えばレチクルステージやウエハステージ上のX方向の2点の位置をレーザ干渉計で求めて、この2点の位置の差とレーザ干渉計のビームスパンからθ軸方向の変位を計測している。このように、レチクルステージやウエハステージにおいては、X軸、Y軸方向の位置とθ軸方向の位置とを計るために、少なくとも、ステージ上のX軸方向の位置の1点と、Y軸方向の2点の位置とをレーザ干渉計を使って計測することが一般に行われていた。

#### 【0005】

図5は、レーザ干渉計を使った計測の原理図であり、Y軸方向よりX-Yステージ12上のバーミラーにレーザ光が照射され、反射光を用いて計測が行われる。X、Yどちらかのストロークが長い場合、例えば図5のように、Y軸方向のストロークが長い場合には、X軸方向の位置の位置を測定するためのバーミラーは必然的にY軸方向に長大化せざるを得ない。バーミラーの長大化は装置の大型化をもたらす上に、片持ち構造とするとバーミラー自体の撓みと振動を発生することになるという問題があった。

#### 【0006】

そこで、特開平5-217837号公報に記載された発明ではバーミラーがX-Yステージから外された。このX-Y移動ステージについて、図6を参照して説明する。

#### 【0007】

図6において、X-Yステージ12には、Y軸方向に平行に延びる一対のレール13に沿ってY軸方向に移動自在な矩形状のYテーブル14と、このYテーブル14上にX軸方向に平行に敷設された一対のレール15に沿ってX軸方向に移動自在な矩形状のXテーブル16とが備えられて、このXテーブル16上にウエハWを保持するようなされている。

#### 【0008】

レーザ干渉計は、通常、光源からのレーザ光を受け、参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保するとともに参照光と計測光を干渉させる光学部、計測光を反射するバーミラー及び干渉光を検出するディテクタ等から構成される。

#### 【0009】

X-Yステージ12の外側には、レーザ光を発生するレーザヘッド8と、レーザ光の光路を曲げるベンダと、このベンダの間に位置してレーザ光を分岐させるビームスプリッタと、レーザ光を参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保する光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9cと、参照光と計測光を検出するディテクタ10a, 10b, 10cとが設けられている。一方、Yテーブル14上をX軸方向に移動するXテーブル16の前記光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9cに対向する互いに直交する2辺の側端部には、レーザ光の計測光を反射して光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9cに該計測光を返すバーミラー11a, 11bが固着されてレーザ干渉計が構成されている。

#### 【0010】

このレーザ干渉計によって、Xテーブル16及びYテーブル14の位置、ひいてはウエハWの位置の計測が行われる。即ち、レーザヘッド8から出たレーザ光は、ベンダで曲げられ、ビームスプリッタで2つのレーザ光に分岐される。この分岐されたレーザ光の一方は、光学部（インターフェロメータ）9aに導かれ、

ここで参照光と計測光に分岐される。この参照光は、インターフェロメータ9aの内部で反射を繰り返し、ディテクタ10aに導かれる。また、計測光は、光学部（インターフェロメータ）9aを出てXテーブル16に保持されたバーミラー11aに到達し、ここで反射してまた光学部（インターフェロメータ）9aに返り、もう一度バーミラー11aに到達して反射した後、光学部（インターフェロメータ）9aを通してディテクタ10aに導かれる。

#### 【0011】

ここで、参照光がディテクタ10aに入射するまでの光路は、Yテーブル14の位置に無関係に一定であり、また計測光がディテクタ10aに入射するまでの光路は、計測光が反射したXテーブル16上のバーミラー11aのY軸方向位置に依存しており、Yテーブル14の位置情報を含んでいる。そこで、両者を比較することにより、Xテーブル16に保持されたバーミラー11aで計測光が反射した点Aにおけるバーミラー11aとY軸方向の光学部（インターフェロメータ）9aとの距離y、ひいてはYテーブル14の位置を測定することができる。

#### 【0012】

一方、ビームスプリッタに分岐されたレーザ光の他方は、別のビームスプリッタで更に2つのレーザ光に分岐される。この分岐された各レーザ光の一方は直接、他方は別のベンダにより光路を曲げられて、それぞれ光学部（インターフェロメータ）9b, 9cに導かれる。各光学部（インターフェロメータ）9b, 9cに導かれた各レーザ光は、前述と同様に参照光と計測光に分岐され、計測光はバーミラー11bとの間を2往復した後に、参照光は、各光学部（インターフェロメータ）9b, 9c内で反射を繰り返した後にそれぞれディテクタ10b, 10cに導かれる。そして、この各ディテクタ10b, 10cに導かれた参照光と計測光により、Xテーブル16に保持されたバーミラー11b上でレーザ光が反射した点B, CにおけるX軸方向のバーミラー11bと光学部（インターフェロメータ）9b, 9cとの距離x1, x2、ひいては2か所にかかるXテーブル16の位置を測定することができる。

#### 【0013】

このようにして得られたXテーブル16上の2点のX軸方向の位置（距離）x

$1, \times 2$  と 1 点の Y 軸方向の位置（距離）y により、X-Y ステージ 12、ひいてはウエハ W の X, Y 軸方向の位置及び  $\theta$  軸方向の位置を求めることができる。

#### 【0014】

このように、上記特開平5-217837号公報では、ステージ全体の小型軽量化を図るため、レーザ干渉計と該レーザ干渉計のレーザを反射するバーミラーとを使用して前記各テーブルの位置を計測するようにした X-Y ステージにおいて、各テーブルの側方にこの各移動方向に沿って前記バーミラーを配置するとともに、前記 X テーブルの前記各バーミラーに対向する側縁上に前記レーザ干渉計の光学部（インターフェロメータ）を保持している。

#### 【0015】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記特開平5-217837号公報では、バーミラーをステージ可動部外に配置することによって小型化は達成されるものの、各ディテクタをステージ可動部上に搭載しているため、光ファイバーをステージ上に引き回さざるを得ず、可動するステージの配線が複雑になっていた。

#### 【0016】

本発明は、上記の従来技術の欠点を克服し、全体として小型にでき、レーザ干渉計による計測を高精度で実現する移動可能なステージを提供することを目的とする。

#### 【0017】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明者は銳意検討した結果、少なくとも 1 個のレーザ干渉計の光学部をステージ可動部上に搭載することによって、上記課題が解決できることを見出し、本発明に至った。

#### 【0018】

即ち、本発明の干渉計搭載ステージは、少なくとも一軸方向に移動可能なステージと、レーザ光を発生するレーザヘッドと、該ステージ上に設けられ、該レーザ光を参照光と計測光とに分岐する光学部と、該ステージの外部に設けられ、該計測光を反射するミラーと、該参照光と該計測光との干渉光を検出するディテク

タとを有することを特徴とする置。ここで、前記光学部において、参照光と計測光とを干渉させることができる。あるいは前記ディテクタにおいて、参照光と計測光とを干渉させることができる。

#### 【0019】

また、本発明の干渉計搭載ステージは、前記レーザ光の方向と、前記光学部から前記ミラーに照射される計測光の方向とは、直交していることが好ましい。

#### 【0020】

また、本発明の干渉計搭載ステージは、前記ステージは、X軸方向およびY軸方向に移動可能であることができる。ここで、前記ステージは、X軸方向よりもY軸方向の方が移動ストロークが長くすることができる。また、前記レーザ光の方向はY軸方向と平行であって、前記計測光は、X軸方向と平行であることができる。更に、前記ステージは、Z軸方向に移動可能であることができる。そして、前記Z方向に計測光を照射する光学部を更に有することができる。更に、前記ステージは、Z軸周りに移動可能であることができる。

#### 【0021】

また、本発明の干渉計搭載ステージは、前記Y軸方向から照射される計測光を反射する反射部材が前記ステージに設けられていることができる。ここで、前記Y軸方向から前記ステージに照射される計測光は、複数であることができる。また、前記Y軸方向から前記ステージに照射される計測光を利用して、前記ステージのZ軸回りの位置を計測することができる。更に、前記Y軸方向から前記ステージに照射される計測光を利用して、前記ステージのX軸周りの位置を計測することができる。

#### 【0022】

また、本発明の干渉計搭載ステージは、前記ミラーに前記計測光を照射する前記光学部が、前記ステージに複数個設けられていることができる。ここで、前記光学部から前記ミラーに照射される計測光を利用して、前記ステージのZ軸周りの位置を計測することができる。また、前記光学部から前記ミラーに照射される計測光を利用して、前記ステージのY軸周りの位置を計測することができる。

#### 【0023】

また、本発明の干渉計搭載ステージは、前記ステージ上の少なくとも2点の前記Y軸方向の位置情報と、前記複数の光学部を用いて計測された前記ステージ上の少なくとも2点の前記X軸方向に関する位置情報とに基づいて、前記ステージの外部に設けられた前記ミラーの形状を計測することができる。ここで、前記ミラーの形状の計測結果に基づいて、前記光学部を用いて計測される前記ステージ上のX軸方向に関する位置情報を補正することができる。

#### 【0024】

また、本発明の干渉計搭載ステージは、前記ステージの6軸の位置をレーザ光を利用して計測することができる。ここで、前記ステージの外部に設けられた前記ミラーは、該ミラーのベッセル点で支持されていることが好ましい。

#### 【0025】

また、本発明の干渉計搭載ステージは、前記ステージの位置の計測結果に基づいて、前記ステージを駆動する駆動機構を制御することができる。

#### 【0026】

また、本発明の干渉計搭載ステージは、前記ステージは、レチクルを搭載するレチクルステージであることができる。

#### 【0027】

また、本発明のステージ位置計測方法は、レーザヘッドによりレーザ光を発生する工程と、移動可能なステージに設けられた光学部に該レーザ光を照射する工程と、該光学部がレーザ光を参照光と計測光とに分岐する工程と、該ステージの外部に設けられたミラーに該計測光を照射する工程と、該ミラーに照射された計測光を反射する工程と、該反射された計測光と参照光とを干渉させる工程と、該干渉した干渉光を検出する工程と、該検出した干渉光に関する信号に基づいて、前記ステージの位置を計測する工程とを有することを特徴とする。

#### 【0028】

また、本発明の投影露光装置は、前記の干渉計搭載ステージをレチクルステージ及び／またはウエハステージとして有することを特徴とする。

#### 【0029】

また、本発明の半導体デバイス製造方法は、上記の露光装置を含む各種プロセ

ス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有する。ここで、前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有することができる。また、前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行うことができる。

#### 【0030】

また、本発明の半導体製造工場は、上記の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信することを可能にするものである。

#### 【0031】

また、本発明の露光装置の保守方法は、半導体製造工場に設置された上記の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有する。

#### 【実施例】

以下、本発明の干渉計搭載ステージの実施例を図1乃至図3を参照して説明する。

#### (実施例1)

図1は、ステージが平面方向に自由度を有するX軸、Y軸及びθ軸の3軸ステージであり、Y軸が長ストロークであり、Y軸に直交するX軸及びθ軸が短スト

ロークであって、長ストローク軸（Y軸）計測用レーザ干渉計のバーミラーをステージ可動部上に搭載し、前記レーザ干渉計の光学部及びディテクタをステージ可動部外に配置し、短ストローク軸（X軸及びθ軸）計測用レーザ干渉計の光学部をステージ可動部上に搭載し、前記レーザ干渉計のバーミラー及びディテクタをステージ可動部外に配置したステージ装置を示す。

#### 【0032】

図1において、レチカルステージ1は、X軸、Y軸及びθ軸の3軸方向に移動可能に静圧軸受（不図示）によって非接触でガイド2上に支持されている。レチカルステージ1は、レチカル（不図示）を搭載し、駆動機構であるリニアモータ3によって、Y軸方向に長ストロークで、X軸・θ軸に短ストロークで駆動される。リニアモータ3は、レチカルステージ1の両脇に設けられている。

#### 【0033】

リニアモータ3は、レチカルステージ1に一体的に設けられた可動子4と、固定子5とを有する。可動子4は、Y磁石（不図示）とX磁石とを有する。また、固定子5は、Y軸方向に複数個配列されたYコイル6と、単相コイルであるXコイル7とを有する。Y磁石はYコイル6に対向しており、選択されたYコイル6に電流が流れると、可動子4はY方向に駆動力を得ることができる。そして、2つのリニアモータが、Y方向に対して反対方向の駆動力を与えると、レチカルステージ1はθ軸方向に駆動力を得ることができる。X磁石はXコイル7に対向しており、Xコイル7に電流が流れると、可動子はX方向に駆動力を得る。

#### 【0034】

レーザ干渉計は、通常、光源からのレーザ光を受け、参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保するとともに参照光と計測光を干渉させる光学部、計測光を反射するバーミラー及び干渉光を検出するディテクタ等から構成される。

#### 【0035】

レチカルステージ1の外側には、レーザ光を発生するレーザヘッド8a, 8bと、レーザ光を参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保する光学部（インターフェロメータ）9a, 9bと、参照光と計測光を検出するディテクタ10a, 10bとが設けられている。一方、レチカルステージ1の前記光学部（インタ

ーフェロメータ) 9 a, 9 b に対向する 1 側端部には、レーザ光の計測光を反射して光学部 (インターフェロメータ) 9 a, 9 b に該計測光を返すバーミラー 1 1 a, 1 1 b が固着されて Y 軸方向のレーザ干渉計が構成されている。なお、計測光を反射する部材 (1 1 a, 1 1 b) としては、バーミラーに限られず、コーナーキューブであっても良い。また、バーミラー 1 1 a, 1 1 b は、レチクルステージ 1 が X 軸方向に短ストロークで移動しても計測光が外れない程度の長さを有する。

#### 【0036】

また、レチクルステージ 1 の外側には、レーザ光を発生するレーザヘッド 8 c, 8 d と、参照光と計測光を検出するディテクタ 10 c, 10 d とが設けられている。レチクルステージ 1 上には、レーザ光を参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保する光学部 (インターフェロメータ) 9 c, 9 d が搭載されている。なお、レチクルステージ 1 は、X 軸方向に短ストロークに移動するが、X 軸方向へ移動しても、レーザヘッド 8 c, 8 d からの各レーザ光は、レチクルステージ 1 に搭載された光学部 (インターフェロメータ) から外れないものとする。

#### 【0037】

また、レチクルステージ 1 の外側には、Y 軸方向に延伸し、前記光学部 (インターフェロメータ) 9 c, 9 d に対向して、レーザ光の計測光を反射して光学部 (インターフェロメータ) 9 c, 9 d に該計測光を返す長尺のバーミラー 1 1 c が固着されて X 軸方向のレーザ干渉計が構成されている。なお、バーミラー 1 1 c は、Y 軸方向に長尺となるので、バーミラー 1 1 c のベッセル点においてバーミラー 1 1 c を支持するようにするのが望ましい。

#### 【0038】

これらの Y 軸方向及び X 軸方向のレーザ干渉計によって、レチクルステージ 1 の位置、ひいては搭載しているレチクル (不図示) の位置の計測が行われる。即ち、レーザヘッド 8 a, 8 b, 8 c, 8 d から出たレーザ光の一方は、光学部 (インターフェロメータ) 9 a, 9 b, 9 c, 9 d に導かれ、ここで参照光と計測光に分岐される。この参照光は、インターフェロメータ 9 a, 9 b, 9 c, 9 d の内部で反射を繰り返し、ディテクタ 10 a, 10 b, 10 c, 10 d に導かれ

る。また、計測光は、光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9c, 9dを出てレチクルステージ1に保持されたバーミラー11a, 11b及びレチクルステージ1の外側に設けられたバーミラー11cに到達し、ここで反射してまた光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9c, 9dに返り、もう一度バーミラー11a, 11b, 11cに到達して反射した後、光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9c, 9dを通してディテクタ10a, 10b, 10c, 10dに導かれる。

#### 【0039】

ここで、参照光がディテクタ10a, 10bに入射するまでの光路は、レチクルステージの位置に無関係に一定であり、また計測光がディテクタ10a, 10bに入射するまでの光路は、計測光が反射したレチクルステージ1のバーミラー11a, 11bのY軸方向位置に依存しており、レチクルステージ1の位置情報を含んでいる。そこで、両者を比較することにより、レチクルステージ1に保持されたバーミラー11a, 11bで計測光が反射した点A, Bにおけるバーミラー11a, 11bとY軸方向の光学部（インターフェロメータ）9a, 9bとの距離y、ひいてはレチクルステージ1の位置を測定することができる。

#### 【0040】

一方、各レーザ光8c, 8dの一方は、それぞれ光学部（インターフェロメータ）9c, 9dに導かれる。各光学部（インターフェロメータ）9c, 9dに導かれた各レーザ光は、前述と同様に参照光と計測光に分岐され、計測光はバーミラー11cとの間を2往復した後に、参照光は、各光学部（インターフェロメータ）9c, 9d内で反射を繰り返した後にそれぞれディテクタ10c, 10dに導かれる。そして、この各ディテクタ10c, 10dに導かれた参照光と計測光により、バーミラー11c上でレーザ光が反射した点C, DにおけるX軸方向のバーミラー11cと光学部（インターフェロメータ）9c, 9dとの距離x1, x2、ひいては2か所にかかるレチクルステージ1の位置を測定することができる。

#### 【0041】

なお、上記の説明では、レチクルステージ1に搭載する光学部9c, 9dはイ

ンターフェロメータであって、ここで参照光と計測光とが干渉し、干渉光がディテクタ10c、10dに照射される。しかし、本実施形態は、レチカルステージ1上でレーザ光を参照光と計測光とに分岐することができればよく、必ずしもレチカルステージ1上で参照光と計測光を干渉させる必要があるわけではない。例えば、レチカルステージ1上に設けられた光学部が、参照光と計測光とを干渉させず、参照光と計測光とを合波するのみであったとしても、レチカルステージ1の外部に設けられたディテクタ10c、10dにおいて両波を干渉させるようにしても良い。

#### 【0042】

このようにして得られたレチカルステージ1上の2点のX軸方向の位置（距離） $x_1$ 、 $x_2$ と2点のY軸方向の位置（距離） $y_1$ 、 $y_2$ により、レチカルステージ1、ひいてはレチカルのX、Y軸方向の位置及びθ軸方向の位置を求めることができる。

#### 【0043】

なお、レチカルステージ1のX軸方向の位置は、上記 $x_1$ 、 $x_2$ それぞれから求められるが、両者の平均をレチカルステージ1のX軸方向の位置としても良い。また、同様に、レチカルステージ1のY軸方向の位置は、上記 $y_1$ 、 $y_2$ それぞれから求められるが、両者の平均をレチカルステージ1のY軸方向の位置としても良い。また、レチカルステージ1のθ軸方向の位置は、上記 $x_1$ 、 $x_2$ のそれぞれの位置とビームスパンから求められるが、上記 $y_1$ 、 $y_2$ のそれぞれの位置とビームスパンからも求められる。そのため、2つの方法で計測したθ方向の位置情報を平均しても良い。

#### 【0044】

上記の図1では、X軸方向とY軸方向はそれぞれ2個の光学部（インターフェロメータ）9a、9b及び9c、9dで計測されたが、X軸方向及びY軸方向の両方または片方を1個の光学部で計測することもできる。図1の構成のうち、例えば、光学部（インターフェロメータ）9c、9dのうちの一方を用いた干渉計がなくても、レチカルステージ1の3軸方向（X軸方向、Y軸方向、θ軸方向）の位置を計測することができる。

## 【0045】

また、レチクルステージ1上の2点のY軸方向の位置y1、y2と両者のスパンからレチクルステージのθ方向の位置を算出することができるが、この値とx1およびx2の情報に基づいて、バーミラー11cの形状を計測することができる。そのため、これにより予めバーミラー11cの形状を計測し、この計測結果に基づいて、レチクルステージ1上の2点のX軸方向の位置情報であるx1、x2の計測結果を補正しても良い。

## 【0046】

なお、バーミラー11cを用いてレチクルステージのX軸方向の位置を計測する場合、レーザ光を参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保する光学部（インターフェロメータ）9c、9dをレチクルステージ1に搭載せず、ステージの外部に設けても良い。この場合、Y軸方向から入射される光学部（インターフェロメータ）からの計測光をバーミラー11cに照射し、バーミラー11cから反射されるX軸方向からの計測光を光学部（インターフェロメータ）に戻すための光学素子が、レチクルステージ1に搭載されることになる。しかし、この構成では、計測光の光路が長く、光路周辺の雰囲気が温度変化により揺らぐと、計測誤差が大きくなる。すなわち、この場合、参照光がディテクタに入射するまでの光路は一定であるが、レチクルステージ1の外部に設けられる光学部（インターフェロメータ）により分岐された計測光は、Y軸方向の長ストロークの光路を経てレチクルステージ上に設けられた光学素子に届き、その後バーミラー11cに反射されて再び光学素子に戻り、さらにY軸方向の長ストロークの光路を経て光学部に到達することになるため、計測結果に揺らぎの影響が受けやすくなる。

## 【0047】

一方、図1の実施形態によれば、光学部（インターフェロメータ）がステージに搭載されているので、レーザヘッド8c、8dから光学素子（インターフェロメータ）9c、9dまでの間で雰囲気が揺らいでいても、計測結果にはほとんど影響を与えない。これは、レーザヘッド8c、8dと光学素子（インターフェロメータ）9c、9dとの間は、参照光と計測光の共通の光路であるからである（換言すれば、レーザヘッド8c、8dと光学素子（インターフェロメータ）9c

、 $9\text{ d}$ との間は、参照光と計測光による干渉光の光路であるからである)。

#### 【0048】

そのため、レチクルステージの外部に設けられたバーミラー11cを用いてレチクルステージ1のX軸方向の位置を計測する場合、上記のように光学部(インターフェロメータ)をレチクルステージ外部に設けた形態よりも、図1のようにレチクルステージに光学部(インターフェロメータ)を設けた形態のほうが、計測精度が向上する。

#### 【0049】

よって、本実施例によれば、レチクルステージの位置を高精度に計測することができる。また、この計測結果に基づいて、ステージを駆動するリニアモータを制御すれば、高精度なステージの位置決めを行なうことができる。

#### 【0050】

そして、本実施例によれば、ストロークに比例してその長さが長くなるバーミラーをレチクルステージで保持することなく、確実にレチクルステージの位置を計測することができ、これによってレチクルステージの大きさをバーミラーの大きさに係わることなく極力小さくするとともに、ディテクタをステージの可動部外に設けるので、光ケーブル等をステージ上で引き回す必要がなく、レチクルステージ全体の小型軽量化を図ることができる。

#### 【0051】

##### (実施例2)

図2は、ステージが平面方向に自由度を有するX軸、Y軸及び $\theta$ 軸の3軸ステージであり、Y軸が長ストロークであり、Y軸に直交するX軸及び $\theta$ 軸が短ストロークであって、長ストローク軸(Y軸)計測用レーザ干渉計のバーミラーをステージ可動部上に搭載し、前記レーザ干渉計の光学部及びディテクタをステージ可動部外に配置し、短ストローク軸(X軸及び $\theta$ 軸)計測用レーザ干渉計の光学部をステージ可動部上に搭載し、前記レーザ干渉計のバーミラー及びディテクタをステージ可動部外に配置した干渉計搭載ステージを示す。

#### 【0052】

図2において、X-Yステージ12には、Y軸方向に平行に延びる一対のレー

ル13に沿ってY軸方向に移動自在な矩形状のYテーブル14と、このYテーブル14上にX軸方向に平行に敷設された一対のレール15に沿ってX軸方向に移動自在な矩形状のXテーブル16とが備えられて、このXテーブル16上にウェハWを保持するようなされている。

#### 【0053】

レーザ干渉計は、通常、光源からのレーザ光を受け、参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保するとともに参照光と計測光を干渉させる光学部、計測光を反射するバーミラー及び干渉光を検出するディテクタ等から構成される。

#### 【0054】

X-Yステージ12の外側には、レーザ光を発生するレーザヘッド8a, 8bと、レーザ光を参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保する光学部（インターフェロメータ）9a, 9bと、参照光と計測光を検出するディテクタ10a, 10bとが設けられている。一方、Yテーブル14上をX軸方向に移動するXテーブル16の前記光学部（インターフェロメータ）9a, 9bに対向する1側端部には、レーザ光の計測光を反射して光学部（インターフェロメータ）9a, 9bに該計測光を返すバーミラー11a, 11bが固着されてY軸方向のレーザ干渉計が構成されている。なお、計測光を反射する部材（11a, 11b）としては、バーミラーに限られず、コーナーキューブであっても良い。また、バーミラー11a, 11bは、レチカルステージ1がX軸方向に短ストロークで移動しても計測光が外れない程度の長さを有する。

#### 【0055】

X-Yステージ12の外側には、レーザ光を発生するレーザヘッド8c, 8dと、参照光と計測光を検出するディテクタ10c, 10dとが設けられている。X-Yステージ12上には、レーザ光を参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保する光学部（インターフェロメータ）9c, 9dが搭載されている。なお、Xテーブル16は、X軸方向に短ストロークに移動するが、X軸方向へ移動しても、レーザヘッド8c, 8dからの各レーザ光は、Xテーブル16に搭載された光学部（インターフェロメータ）から外れないものとする。

#### 【0056】

また、Yテーブル14の外側にはY軸方向に延伸し、Xテーブル16の前記光学部（インターフェロメータ）9c, 9dに対向して、レーザ光の計測光を反射して光学部（インターフェロメータ）9c, 9dに該計測光を返す長尺のバーミラー11cが固着されてX軸方向のレーザ干渉計が構成されている。なお、バーミラー11cは、Y軸方向に長尺となるので、バーミラー11cのベッセル点においてバーミラー11cを支持するようとするのが望ましい。

#### 【0057】

これらのY軸方向及びX軸方向のレーザ干渉計によって、Xテーブル16及びYテーブル14の位置、ひいてはウエハWの位置の計測が行われる。即ち、レーザヘッド8a, 8b, 8c, 8dから出たレーザ光の一方は、光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9c, 9dに導かれ、ここで参照光と計測光に分岐される。この参照光は、インターフェロメータ9a, 9b, 9c, 9dの内部で反射を繰り返し、ディテクタ10a, 10b, 10c, 10dに導かれる。また、計測光は、光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9c, 9dを出てXテーブル16に保持されたバーミラー11a, 11b及びYテーブル14の外側に設けられたバーミラー11cに到達し、ここで反射してまた光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9c, 9dに返り、もう一度バーミラー11a, 11b, 11cに到達して反射した後、光学部（インターフェロメータ）9a, 9b, 9c, 9dを通してディテクタ10a, 10b, 10c, 10dに導かれる。

#### 【0058】

ここで、参照光がディテクタ10a, 10bに入射するまでの光路は、Yテーブル14の位置に無関係に一定であり、また計測光がディテクタ10a, 10bに入射するまでの光路は、計測光が反射したXテーブル16上のバーミラー11a, 11bのY軸方向位置に依存しており、Yテーブル14の位置情報を含んでいる。そこで、両者を比較することにより、Xテーブル16に保持されたバーミラー11a, 11bで計測光が反射した点A, Bにおけるバーミラー11a, 11bとY軸方向の光学部（インターフェロメータ）9a, 9bとの距離y、ひいてはYテーブル14の位置を測定することができる。

## 【0059】

一方、各レーザ光8c, 8dの一方は、それぞれ光学部（インターフェロメータ）9c, 9dに導かれる。各光学部（インターフェロメータ）9c, 9dに導かれた各レーザ光は、前述と同様に参照光と計測光に分岐され、計測光はバーミラー11cとの間を2往復した後に、参照光は、各光学部（インターフェロメータ）9c, 9d内で反射を繰り返した後にそれぞれディテクタ10c, 10dに導かれる。そして、この各ディテクタ10c, 10dに導かれた参照光と計測光により、バーミラー11c上でレーザ光が反射した点C, DにおけるX軸方向のバーミラー11cと光学部（インターフェロメータ）9c, 9dとの距離×1, ×2、ひいては2か所にかかるXテーブル16の位置を測定することができる。

## 【0060】

なお、上記の説明では、Xテーブル16に搭載する光学部9c, 9dはインターフェロメータであって、ここで参照光と計測光とが干渉し、干渉光がディテクタ10c, 10dに照射される。しかし、本実施形態は、Xテーブル16上でレーザ光を参照光と計測光とに分岐することができればよく、必ずしもXテーブル16上で参照光と計測光を干渉させる必要があるわけではない。例えば、Xテーブル16上に設けられた光学部が、参照光と計測光とを干渉させず、参照光と計測光とを合波するのみであったとしても、Xテーブル16の外部に設けられたディテクタ10c, 10dにおいて両波を干渉させるようにしても良い。

## 【0061】

このようにして得られたXテーブル16上の2点のX軸方向の位置（距離）×1, ×2と2点のY軸方向の位置（距離）y1, y2により、X-Yステージ12、ひいてはウエハWのX, Y軸方向の位置及びθ軸方向の位置を求めることができる。

## 【0062】

なお、Xテーブル16のX軸方向の位置は、上記×1, ×2それぞれから求められるが、両者の平均をXテーブル16のX軸方向の位置としても良い。また、同様に、Yテーブル14のY軸方向の位置は、上記y1, y2それぞれから求められるが、両者の平均をYテーブル14のY軸方向の位置としても良い。また、

Xテーブル16のθ軸方向の位置は、上記x1、x2のそれぞれの位置とビームスパンから求められるが、上記y1、y2のそれぞれの位置とビームスパンからも求められる。そのため、2つの方法で計測したθ方向の位置情報を平均しても良い。

#### 【0063】

上記の図1では、X軸方向とY軸方向はそれぞれ2個の光学部（インターフェロメータ）9a, 9b及び9c, 9dで計測されたが、X軸方向及びY軸方向の両方または片方を1個の光学部で計測することもできる。図1の構成のうち、例えば、光学部（インターフェロメータ）9c, 9dのうちの一方を用いた干渉計がなくても、レチクルステージ1の3軸方向（X軸方向、Y軸方向、θ軸方向）の位置を計測することができる。

#### 【0064】

また、Yテーブル14上の2点のY軸方向の位置y1、y2と両者のスパンからYテーブル14のθ方向の位置を算出することができるが、この値とx1およびx2の情報に基づいて、バーミラー11cの形状を計測することができる。そのため、これにより予めバーミラー11cの形状を計測し、この計測結果に基づいて、Xテーブル16上の2点のX軸方向の位置情報であるx1、x2の計測結果を補正しても良い。

#### 【0065】

なお、バーミラー11cを用いてXテーブル16のX軸方向の位置を計測する場合、レーザ光を参照光と計測光に分岐して参照光の光路を確保する光学部（インターフェロメータ）9c, 9dをXテーブル16に搭載せず、ステージの外部に設けても良い。この場合、Y軸方向から入射される光学部（インターフェロメータ）からの計測光をバーミラー11cに照射し、バーミラー11cから反射されるX軸方向からの計測光を光学部（インターフェロメータ）に戻すための光学素子が、Xテーブル16に搭載されることになる。しかし、この構成では、計測光の光路が長く、光路周辺の雰囲気が温度変化により揺らぐと、計測誤差が大きくなる。すなわち、この場合、参照光がディテクタに入射するまでの光路は一定であるが、Xテーブル16の外部に設けられる光学部（インターフェロメータ

)により分岐された計測光は、Y軸方向の長ストロークの光路を経てレチカルステージ上に設けられた光学素子に届き、その後バーミラー11cに反射されて再び光学素子に戻り、さらにY軸方向の長ストロークの光路を経て光学部に到達することになるため、計測結果に揺らぎの影響が受けやすくなる。

#### 【0066】

一方、図2の実施形態によれば、光学部（インターフェロメータ）がXテーブル16に搭載されているので、レーザヘッド8c、8dから光学素子（インターフェロメータ）9c、9dまでの間で雰囲気が揺らいでいても、計測結果にはほとんど影響を与えない。これは、レーザヘッド8c、8dと光学素子（インターフェロメータ）9c、9dとの間は、参照光と計測光の共通の光路であるからである（換言すれば、レーザヘッド8c、8dと光学素子（インターフェロメータ）9c、9dとの間は、参照光と計測光による干渉光の光路であるからである）。

#### 【0067】

そのため、Xテーブル16の外部に設けられたバーミラー11cを用いてレチカルステージ1のX軸方向の位置を計測する場合、上記のように光学部（インターフェロメータ）をXテーブル16外部に設けた形態よりも、図2のようにXテーブル16に光学部（インターフェロメータ）を設けた形態のほうが、計測精度が向上する。

#### 【0068】

よって、本実施例によれば、X-Yステージ12の位置を高精度に計測することができる。また、この計測結果に基づいて、ステージを駆動するリニアモータを制御すれば、高精度なステージの位置決めを行なうことができる。

#### 【0069】

そして、本実施例によれば、ストロークに比例してその長さが長くなるバーミラーをX-Yステージで保持することなく、確実に各X、Yテーブルの位置を計測することができ、これによってXテーブル及びYテーブルの大きさをバーミラーの大きさに係わることなく極力小さくするとともに、ディテクタをステージの可動部外に設けるので、光ケーブル等をステージ上で引き回す必要がなく、X-

Yステージ全体の小型軽量化を図ることができる。

### 【0070】

#### (実施例3)

図3は、ステージが6自由度を有し、Y軸が長ストロークであり、その他のX軸、Z軸等が短ストロークであって、長ストローク軸（Y軸）計測用レーザ干渉計のバーミラーをステージ可動部上に搭載し、前記レーザ干渉計の光学部及びディテクタをステージ可動部外に配置し、短ストローク軸（X軸、Z軸）計測用レーザ干渉計の光学部をステージ可動部上に搭載し、前記レーザ干渉計のバーミラー及びディテクタをステージ可動部外に配置した干渉計搭載ステージを示す。

図3（a）に示されるように、ステージ可動部上に搭載したバーミラーと、ステージ可動部外に配置した光学部及びディテクタによって長ストローク軸（Y軸）を計測すること、及びステージ可動部上に光学部を搭載し、ステージ可動部外に配置したバーミラー及びディテクタによって短ストローク軸（X軸）を計測することは実施例1と同様であるので、説明を省略する。

### 【0071】

本実施例では、レチカルステージ1上に設けられた前記光学部（インターフェロメータ）9cと隣接して、レーザ光を参照光と計測光とに分岐して、計測光をZ軸方向へ照射する光学部（インターフェロメータ）9eが設けられている。この光学部（インターフェロメータ）9eのZ軸方向にはバーミラー11dがステージ可動部外に配置されていて、図2（b）に示されるように、該バーミラーとの干渉によってE点との距離z1が計測される。

### 【0072】

また、本実施例では、レチカルステージ上に設けられた前記光学部（インターフェロメータ）9cと隣接して、レーザ光を参照光と計測光とに分岐して、計測光をX軸方向へ照射する光学部（インターフェロメータ）9fが設けられている。この光学部からバーミラー11cに照射される計測光は、前述の光学部（インターフェロメータ）9cの計測光とZ方向に所定の間隔をあけて形成されている。これにより得られる情報PX1と、前述の光学部（インターフェロメータ）9cを用いて得られるX軸方向の位置情報X1と、両計測光のZ方向のビームスパ

ンとに基づいて、レチクルステージ1のX軸方向の位置情報とレチクルステージ1の $\omega_y$ （Y軸回りの位置情報）を得ることができる。なお、レチクルステージ1のX軸方向の位置情報は、PX1とX1の位置情報を平均して求めて良い。

#### 【0073】

また、本実施例では、レチクルステージの外部に設けられた前記光学部（インターフェロメータ）9aと隣接して、レーザ光を参照光と計測光とに分岐して、計測光をY軸方向へ照射する光学部（インターフェロメータ）が設けられている。そして、この光学部からバーミラー11aに照射される計測光は、前述の光学部（インターフェロメータ）9aの計測光とZ方向に所定の間隔をあけて形成されている。これにより得られる情報PY1と、前述の光学部（インターフェロメータ）9aを用いて得られるY軸方向の位置情報Y1と、両計測光のZ方向のビームスパンとに基づいて、レチクルステージ1のY軸方向の位置情報とレチクルステージ1の $\omega_x$ （X軸回りの位置情報）を得ることができる。なお、レチクルステージ1のY軸方向の位置情報は、PY1とY1の位置情報を平均して求めて良い。

これらの干渉計から得られるデータにより、ステージの6自由度が計測される。

#### 【0074】

##### （実施例4）

次に前述した実施例1の干渉計搭載ステージ装置をレチクルステージとして搭載した走査型露光装置の実施例を、図4を用いて説明する。

鏡筒定盤17は床または基盤18からダンパ19を介して支持されている。また鏡筒定盤17は、レチクルステージ定盤20を支持すると共に、レチクルステージ21とウエハステージ22の間に位置する投影光学系23を支持している。

#### 【0075】

ウエハステージ22は、床または基盤から支持されたステージ定盤24上に支持され、ウエハを載置して位置決めを行う。また、レチクルステージ21は、鏡筒定盤17に支持されたレチクルステージ定盤20上に支持され、回路パターンが形成されたレチクルを搭載して移動可能である。ここで、上記実施例1のバー

ミラーは、鏡筒定盤17と一体的に設けられる。レチクルステージ21上に搭載されたレチクルをウエハステージ22上のウエハに露光する露光光は、照明光学系25から発生される。

#### 【0076】

なお、ウエハステージ22は、レチクルステージ21と同期して走査される。レチクルステージ21とウエハステージ22の走査中、両者の位置はそれぞれ干渉計によって継続的に検出され、レチクルステージ21とウエハステージ22の駆動部にそれぞれフィードバックされる。これによって、両者の走査開始位置を正確に同期させるとともに、定速走査領域の走査速度を高精度で制御することができる。投影光学系23に対して両者が走査している間に、ウエハ上にはレチクルパターンが露光され、回路パターンが転写される。

#### 【0077】

本実施例では、前述の実施例1の干渉計搭載ステージ装置をレチクルステージとして用いているため、投影光学系を基準としてステージの位置を計測することが可能となり、高速・高精度な露光が可能となる。

#### 【0078】

#### <半導体生産システムの実施例>

次に、半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の生産システムの例を説明する。これは半導体製造工場に設置された製造装置のトラブル対応や定期メンテナンス、あるいはソフトウェア提供などの保守サービスを、製造工場外のコンピュータネットワークを利用して行うものである。

#### 【0079】

図7は全体システムをある角度から切り出して表現したものである。図中、101は半導体デバイスの製造装置を提供するベンダー（装置供給メーカー）の事業所である。製造装置の実例として、半導体製造工場で使用する各種プロセス用の半導体製造装置、例えば、前工程用機器（露光装置、レジスト処理装置、エッティング装置等のリソグラフィ装置、熱処理装置、成膜装置、平坦化装置等）や後工程用機器（組立て装置、検査装置等）を想定している。事業所101内には、

製造装置の保守データベースを提供するホスト管理システム108、複数の操作端末コンピュータ110、これらを結んでインターネットを構築するローカルエリアネットワーク（LAN）109を備える。ホスト管理システム108は、LAN109を事業所の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイと、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備える。

#### 【0080】

一方、102～104は、製造装置のユーザーとしての半導体製造メーカーの製造工場である。製造工場102～104は、互いに異なるメーカーに属する工場であっても良いし、同一のメーカーに属する工場（例えば、前工程用の工場、後工程用の工場等）であっても良い。各工場102～104内には、夫々、複数の製造装置106と、それらを結んでインターネットを構築するローカルエリアネットワーク（LAN）111と、各製造装置106の稼動状況を監視する監視装置としてホスト管理システム107とが設けられている。各工場102～104に設けられたホスト管理システム107は、各工場内のLAN111を工場の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイを備える。これにより各工場のLAN111からインターネット105を介してベンダー101側のホスト管理システム108にアクセスが可能となり、ホスト管理システム108のセキュリティ機能によって限られたユーザーだけがアクセスが許可となっている。具体的には、インターネット105を介して、各製造装置106の稼動状況を示すステータス情報（例えば、トラブルが発生した製造装置の症状）を工場側からベンダー側に通知する他、その通知に対応する応答情報（例えば、トラブルに対する対処方法を指示する情報、対処用のソフトウェアやデータ）や、最新のソフトウェア、ヘルプ情報などの保守情報をベンダー側から受け取ることができる。各工場102～104とベンダー101との間のデータ通信および各工場内のLAN111でのデータ通信には、インターネットで一般的に使用されている通信プロトコル（TCP/IP）が使用される。なお、工場外の外部ネットワークとしてインターネットを利用する代わりに、第三者からのアクセスができずにセキュリティの高い専用線ネットワーク（ISDNなど）を利用

用することもできる。また、ホスト管理システムはベンダーが提供するものに限らずユーザーがデータベースを構築して外部ネットワーク上に置き、ユーザーの複数の工場から該データベースへのアクセスを許可するようにしてもよい。

#### 【0081】

さて、図8は本実施形態の全体システムを図7とは別の角度から切り出して表現した概念図である。先の例ではそれが製造装置を備えた複数のユーザー工場と、該製造装置のベンダーの管理システムとを外部ネットワークで接続して、該外部ネットワークを介して各工場の生産管理や少なくとも1台の製造装置の情報をデータ通信するものであった。これに対し本例は、複数のベンダーの製造装置を備えた工場と、該複数の製造装置のそれぞれのベンダーの管理システムとを工場外の外部ネットワークで接続して、各製造装置の保守情報をデータ通信するものである。図中、201は製造装置ユーザー（半導体デバイス製造メーカー）の製造工場であり、工場の製造ラインには各種プロセスを行う製造装置、ここでは例として露光装置202、レジスト処理装置203、成膜処理装置204が導入されている。なお図8では製造工場201は1つだけ描いているが、実際は複数の工場が同様にネットワーク化されている。工場内の各装置はLAN206で接続されてイントラネットを構成し、ホスト管理システム205で製造ラインの稼動管理がされている。一方、露光装置メーカー210、レジスト処理装置メーカー220、成膜装置メーカー230などベンダー（装置供給メーカー）の各事業所には、それぞれ供給した機器の遠隔保守を行なうためのホスト管理システム211、221、231を備え、これらは上述したように保守データベースと外部ネットワークのゲートウェイを備える。ユーザーの製造工場内の各装置を管理するホスト管理システム205と、各装置のベンダーの管理システム211、221、231とは、外部ネットワーク200であるインターネットもしくは専用線ネットワークによって接続されている。このシステムにおいて、製造ラインの一連の製造機器の中のどれかにトラブルが起きると、製造ラインの稼動が休止してしまうが、トラブルが起きた機器のベンダーからインターネット200を介した遠隔保守を受けることで迅速な対応が可能で、製造ラインの休止を最小限に抑えることができる。

## 【0082】

半導体製造工場に設置された各製造装置はそれぞれ、ディスプレイと、ネットワークインターフェースと、記憶装置にストアされたネットワークアクセス用ソフトウェアならびに装置動作用のソフトウェアを実行するコンピュータを備える。記憶装置としては内蔵メモリやハードディスク、あるいはネットワークファイリサーバーなどである。上記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、専用又は汎用のウェブブラウザを含み、例えば図9に一例を示す様な画面のユーザーインターフェースをディスプレイ上に提供する。各工場で製造装置を管理するオペレータは、画面を参照しながら、製造装置の機種(401)、シリアルナンバー(402)、トラブルの件名(403)、発生日(404)、緊急度(405)、症状(406)、対処法(407)、経過(408)等の情報を画面上の入力項目に入力する。入力された情報はインターネットを介して保守データベースに送信され、その結果の適切な保守情報が保守データベースから返信されディスプレイ上に提示される。またウェブブラウザが提供するユーザーインターフェースはさらに図示のごとくハイパーリンク機能(410~412)を実現し、オペレータは各項目の更に詳細な情報にアクセスしたり、ベンダーが提供するソフトウェアライブラリから製造装置に使用する最新バージョンのソフトウェアを引出したり、工場のオペレータの参考に供する操作ガイド(ヘルプ情報)を引出したりすることができる。ここで、保守データベースが提供する保守情報には、上記説明した本発明の特徴に関する情報も含まれ、また前記ソフトウェアライブラリは本発明の特徴を実現するための最新のソフトウェアも提供する。

## 【0083】

次に上記説明した生産システムを利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図10は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5

(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また前工程工場と後工程工場との間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報がデータ通信される。

#### 【0084】

図11は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。各工程で使用する製造機器は上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされているので、トラブルを未然に防ぐと共に、もしトラブルが発生しても迅速な復旧が可能で、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

#### 【0085】

##### 【発明の効果】

本発明の請求項1に記載されたステージ装置によれば、ステージの軽量化を図ることができる。また、本発明のステージ装置によれば、ステージの位置を高精度に計測することができる。

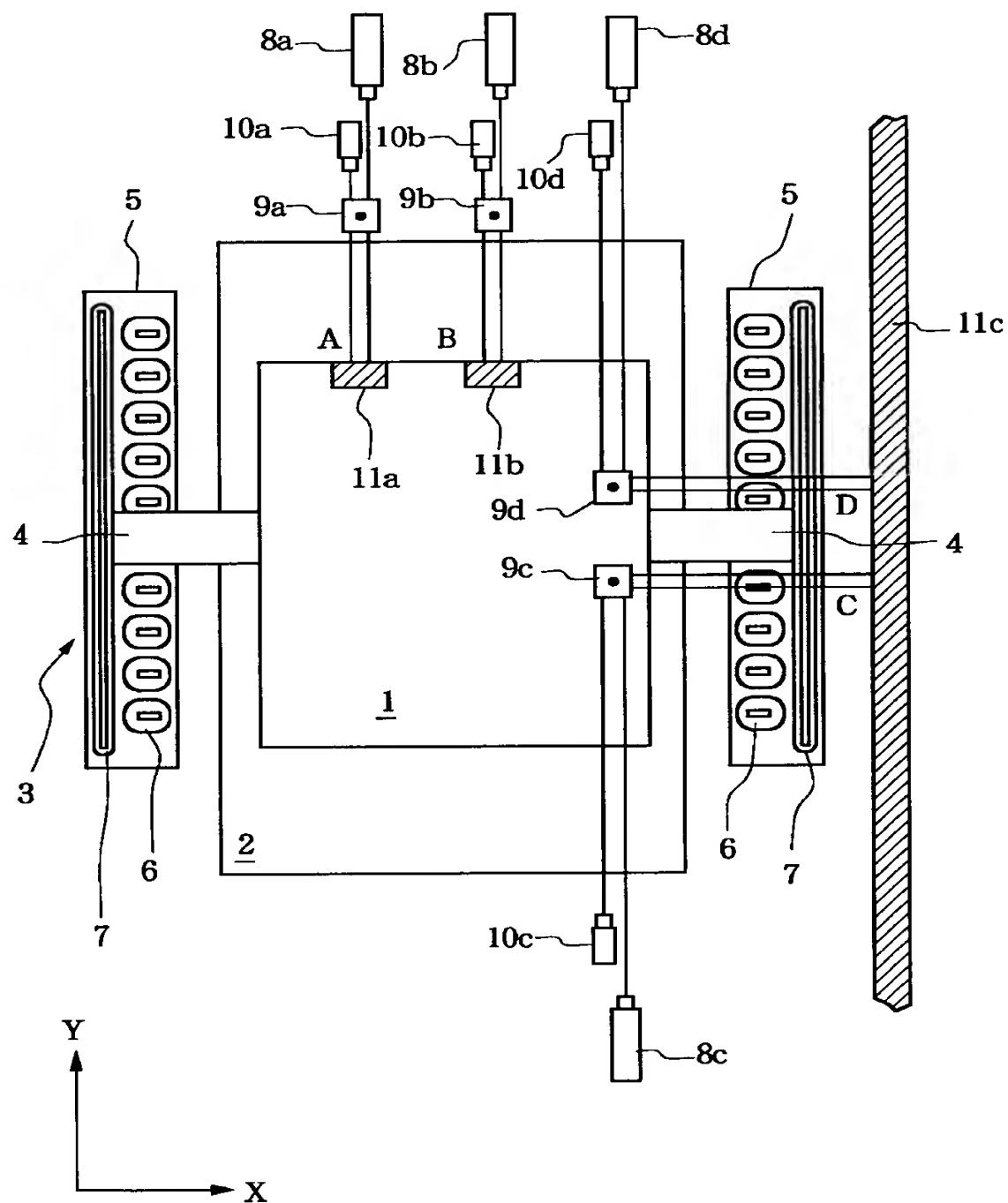
【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の実施例1に係るステージ装置。
- 【図2】 本発明の実施例2に係るステージ装置。
- 【図3】 本発明の実施例3に係るステージ装置。
- 【図4】 本発明の実施例4に係る干渉計搭載ステージ装置を備えた露光装置。
- 【図5】 従来の干渉計搭載ステージの測定原理。
- 【図6】 従来の干渉計搭載ステージ装置。
- 【図7】 半導体デバイスの生産システムをある角度から見た概念図。
- 【図8】 半導体デバイスの生産システムを別の角度から見た概念図。
- 【図9】 ユーザーインターフェースの具体例。
- 【図10】 デバイスの製造プロセスのフローを説明する図。
- 【図11】 ウエハプロセスを説明する図。
- 【符号の説明】 1：レチクルステージ、2：ガイド、3：リニアモータ、4：可動子、5：固定子、6：Yコイル、7：Xコイル、8：レーザヘッド、9：光学部（インターフェロメータ）、10：ディテクタ、11：バーミラー、12：X-Yステージ、13：レール、14：Yテーブル、15：レール、16：Xテーブル、17：鏡筒定盤、18：床・基盤、19：ダンパ、20：レチクル定盤、21：レチクルステージ、22：ウエハステージ、23：投影光学系、24：ステージ定盤、25：照明光学系。

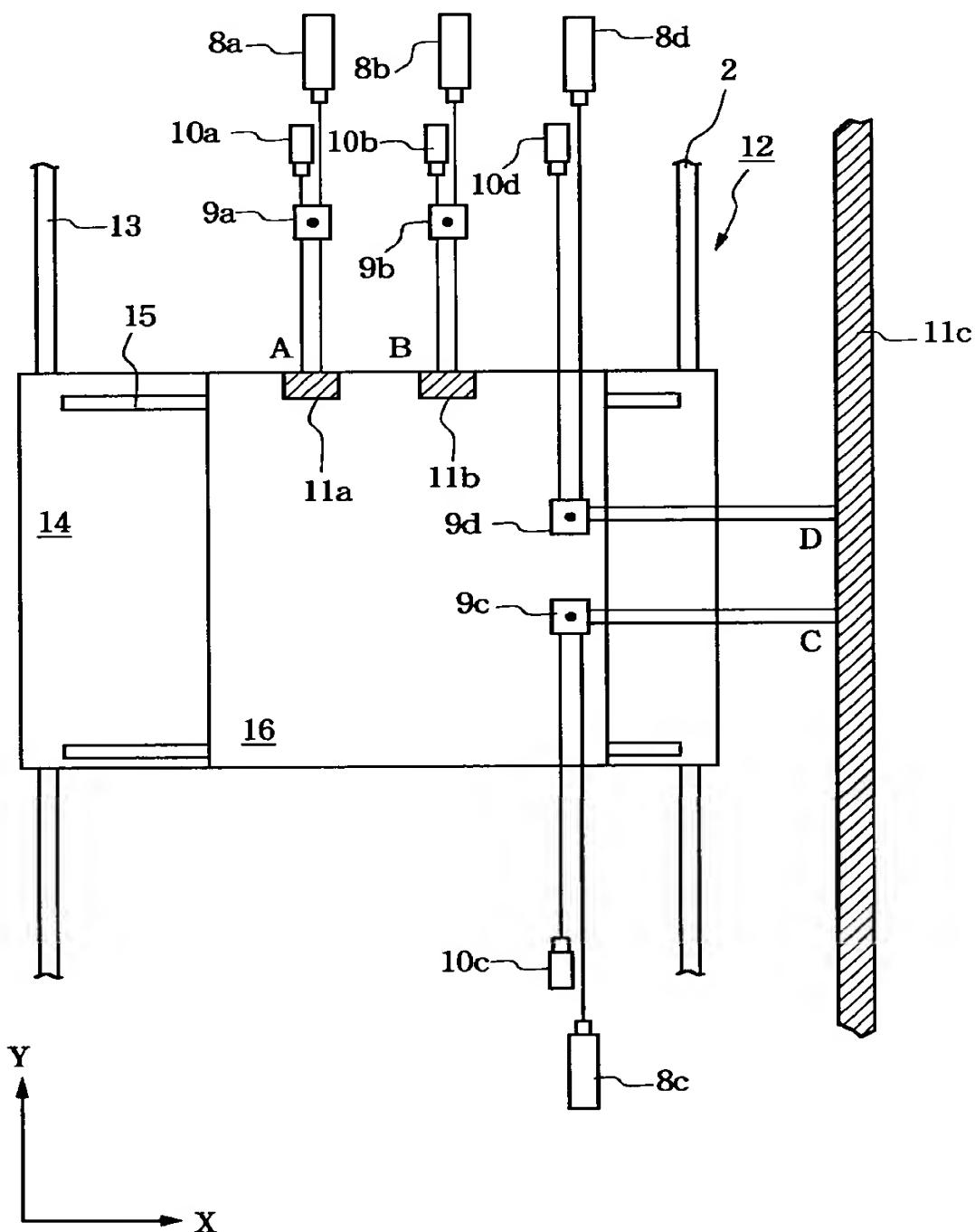
【書類名】

図面

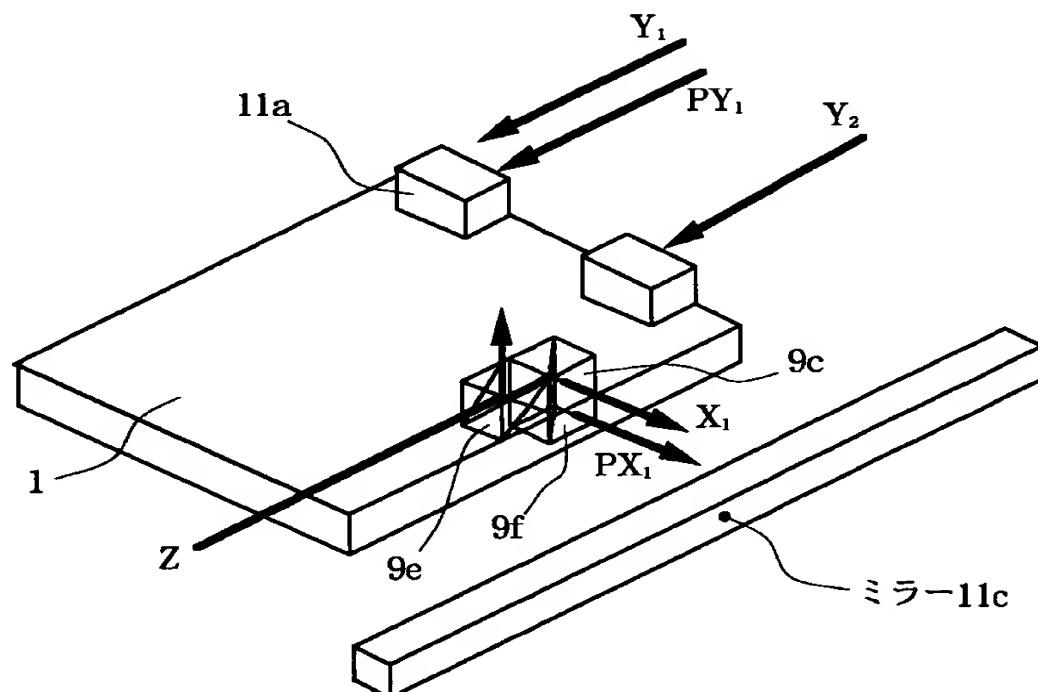
【図1】



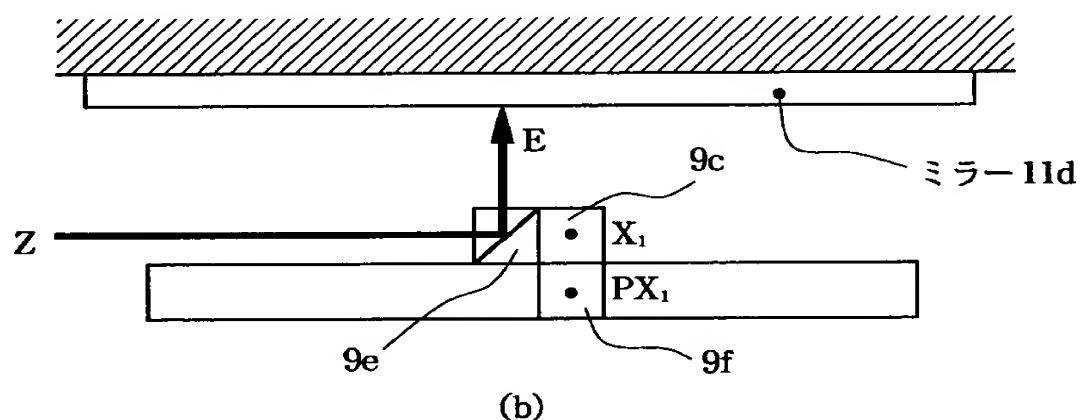
【図2】



【図3】

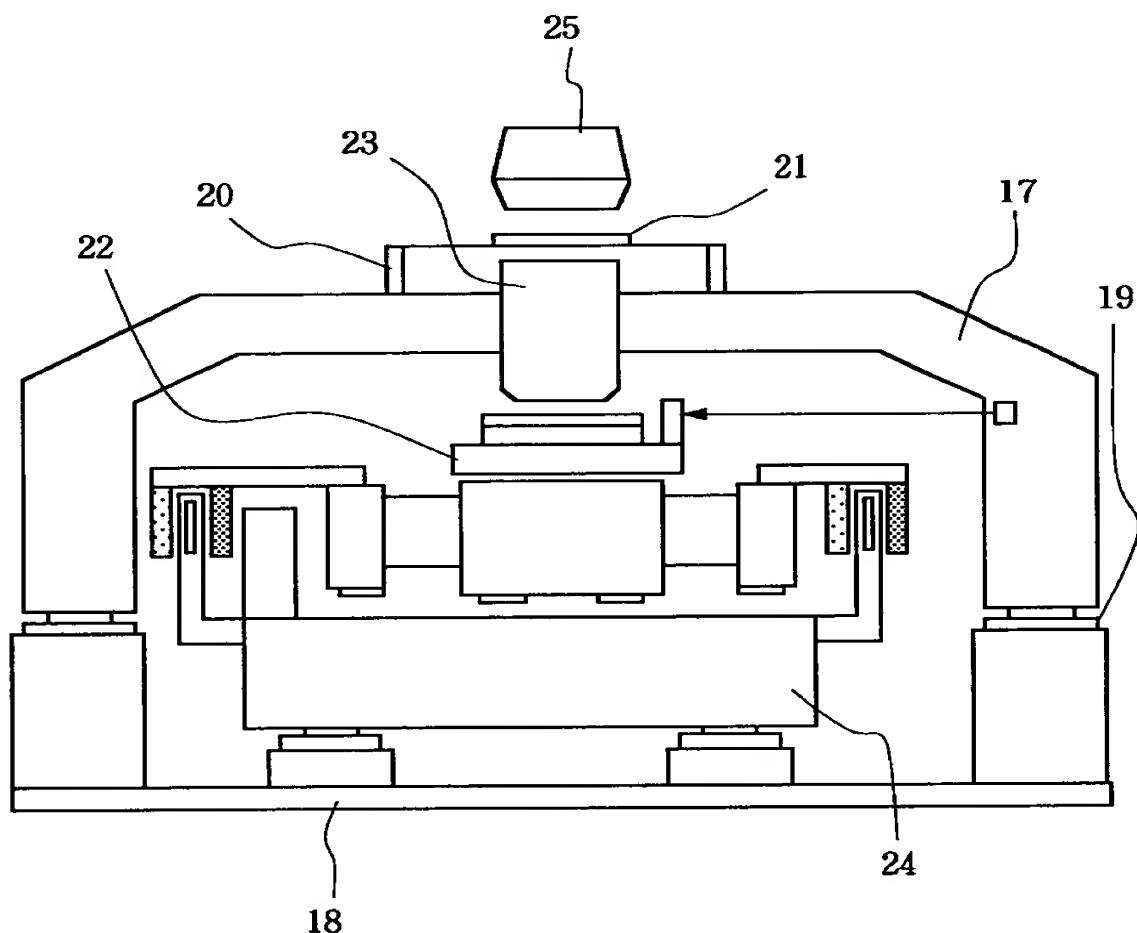


(a)

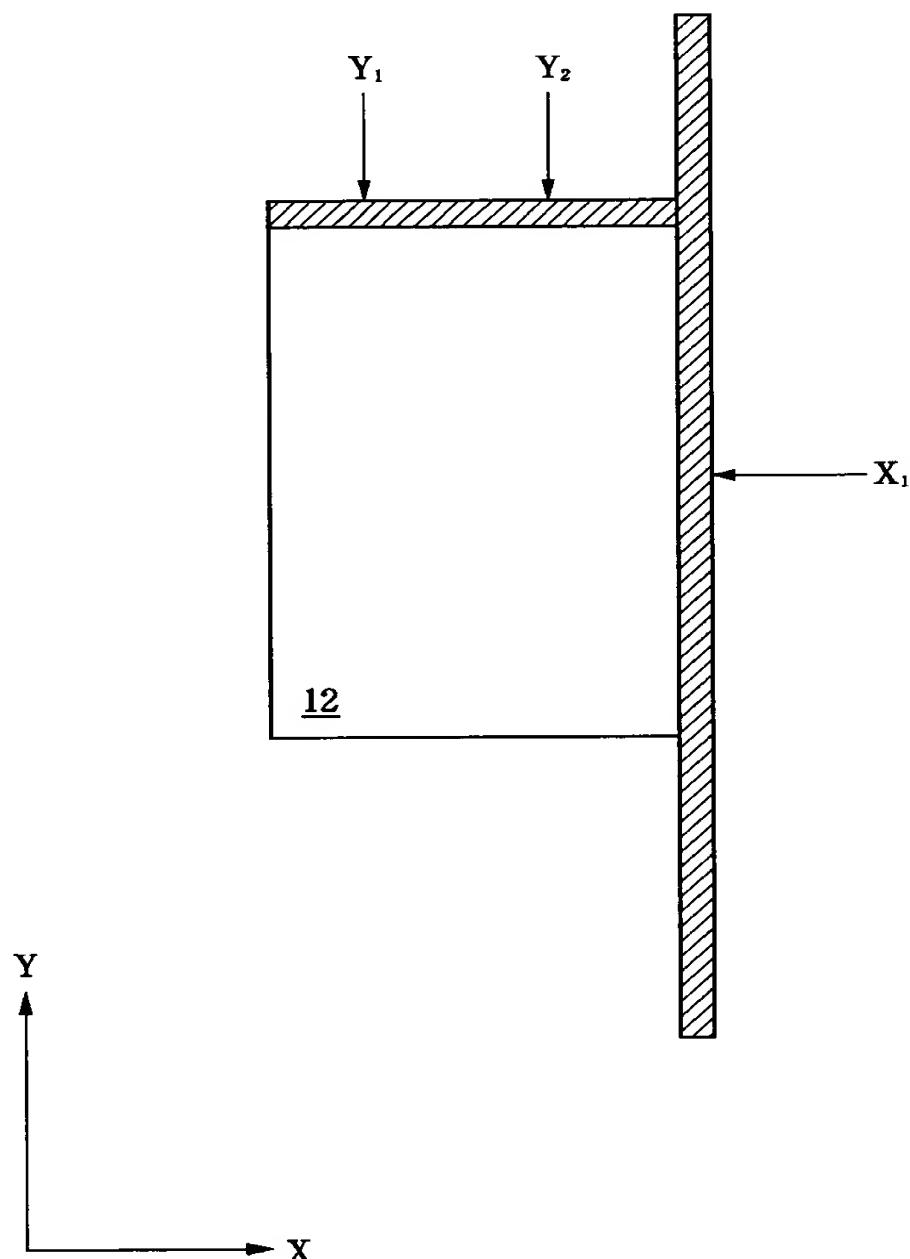


(b)

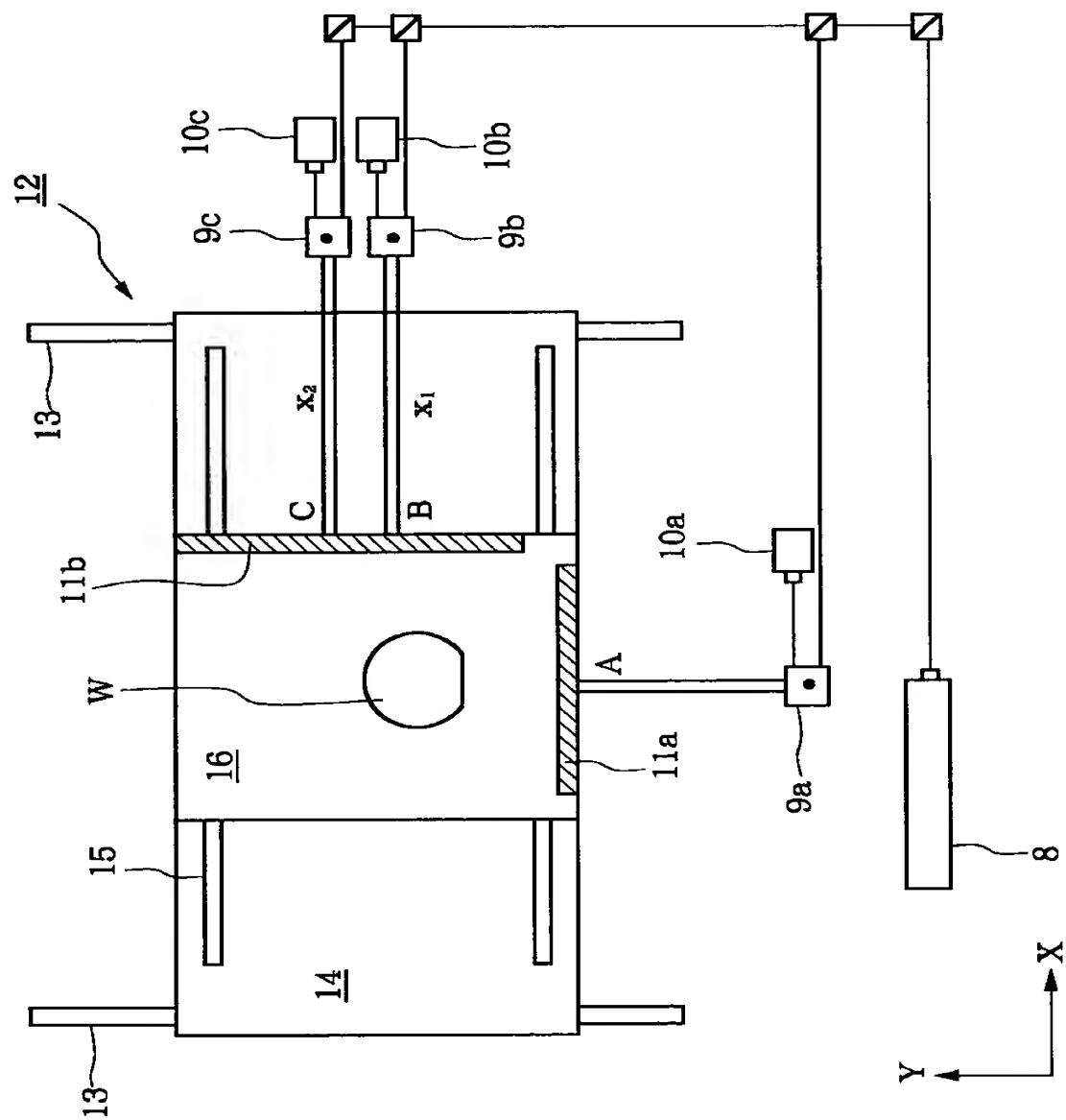
【図4】



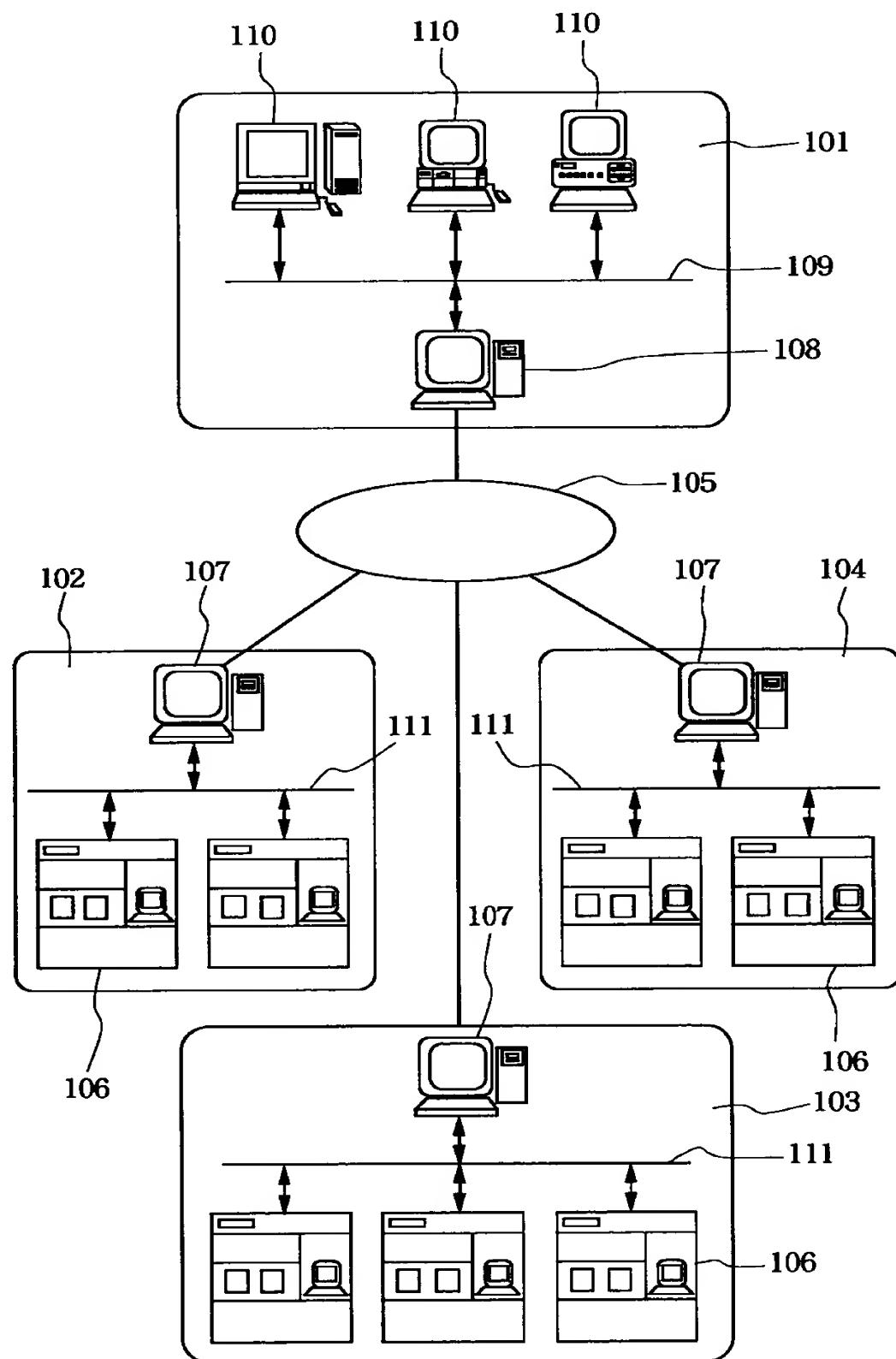
【図5】



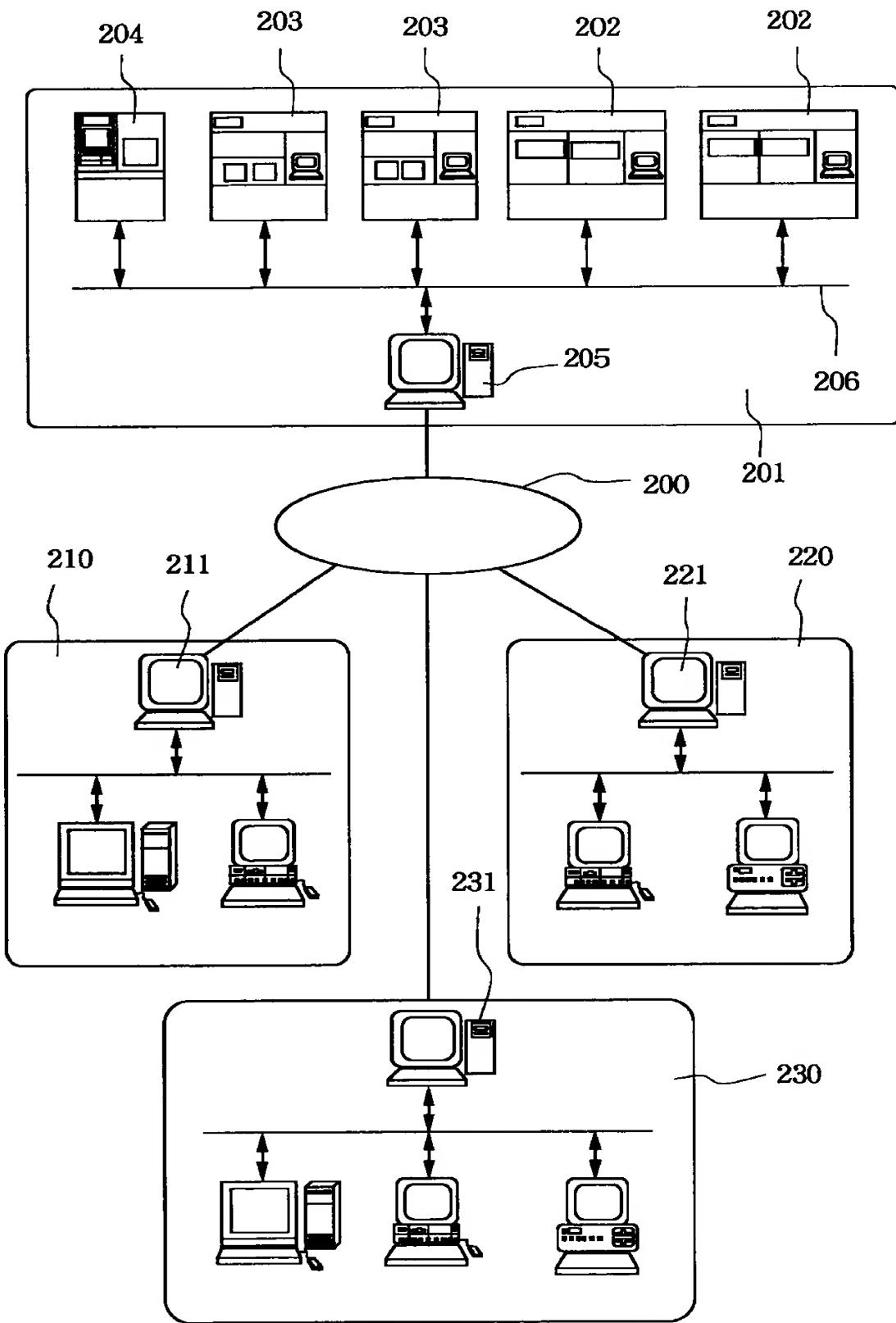
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

URL <http://www.maintain.co.jp/db/input.html>

トラブルDB入力画面

発生日  404

機種  401

件名  403

機器S/N  402

緊急度  405

症状   
 406

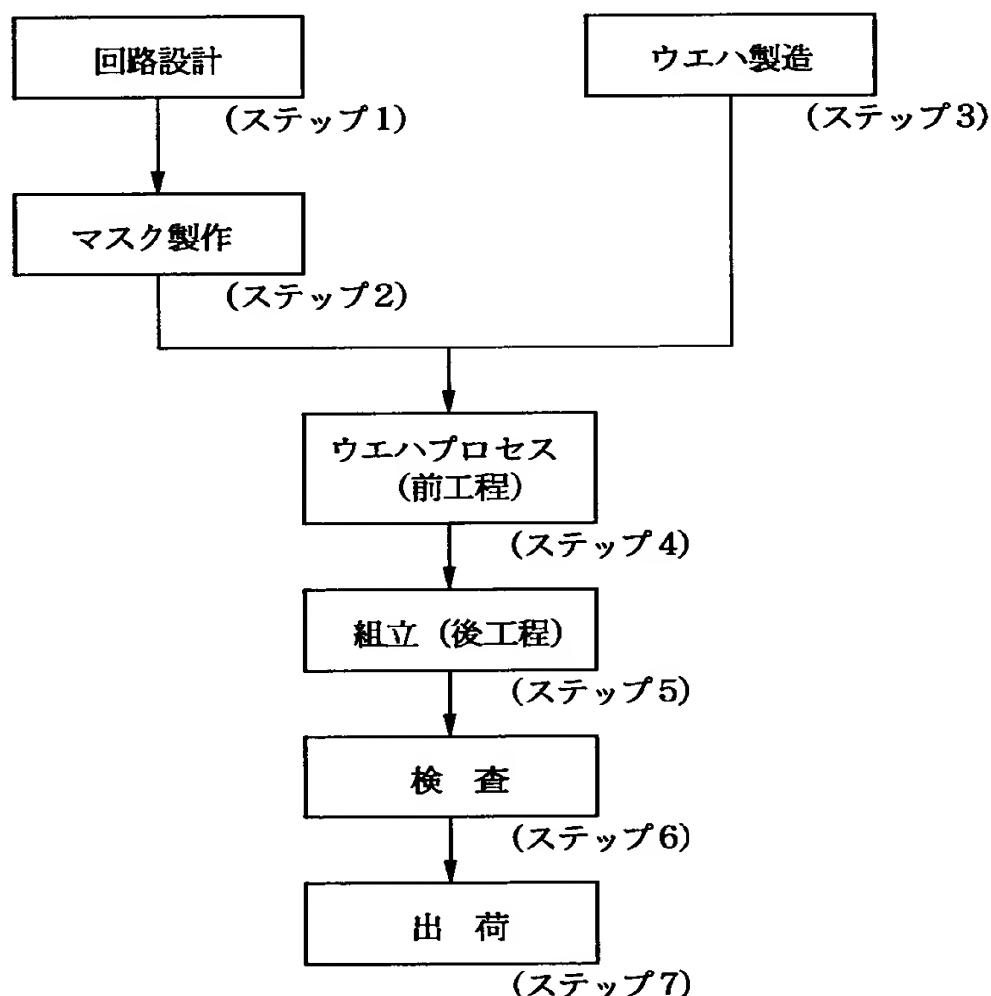
対処法   
 407

経過   
 408

410     410

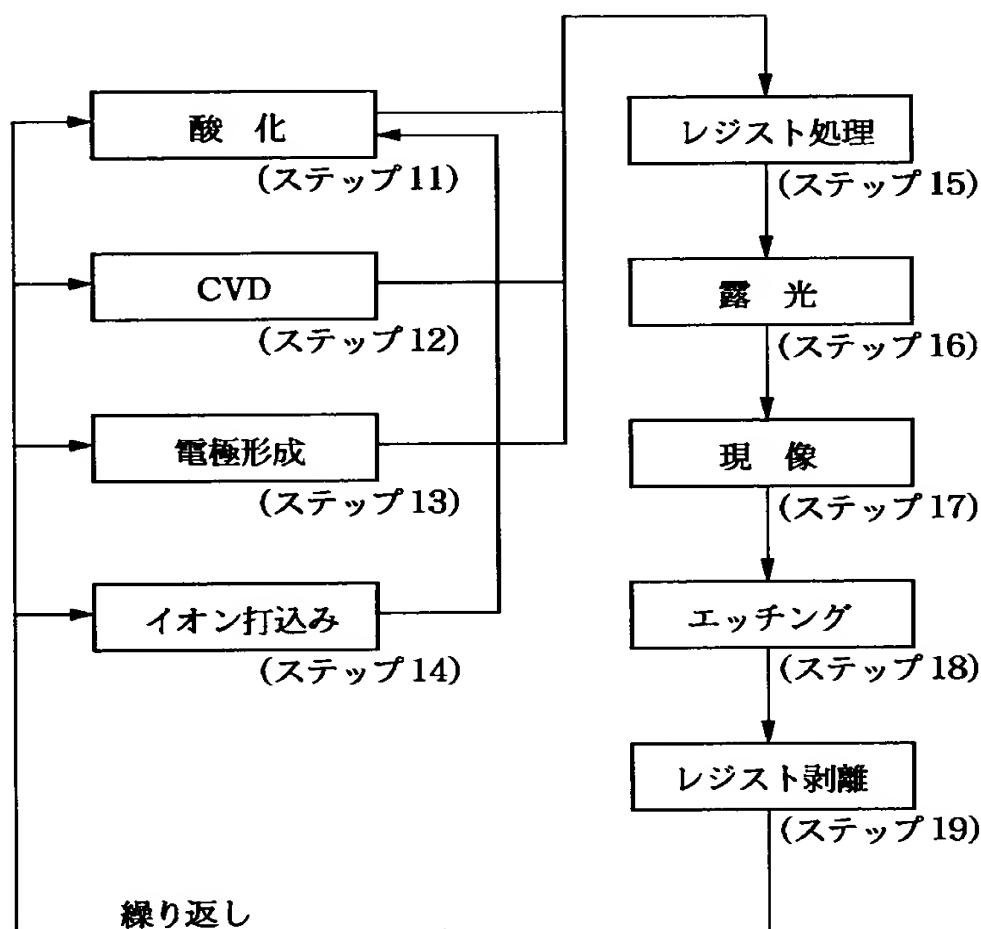
結果一覧データベースへのリンク 411    ソフトウェアライブラリ 411    操作ガイド 412

【図10】



半導体デバイス製造フロー

【図11】



ウエハプロセス

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 全体として小型にでき、レーザ干渉計による計測を高精度で実現する移動可能なステージを提供する。

【解決手段】 少なくとも一軸方向に移動可能なステージと、レーザ光を発生するレーザヘッドと、該ステージ上に設けられ、該レーザ光を参照光と計測光とに分岐する光学部と、該ステージの外部に設けられ、該計測光を反射するミラーと、該参照光と該計測光との干渉光を検出するディテクタとを有することを特徴とするステージ装置。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社